



德邦证券
Topsperity Securities

证券研究报告|行业深度报告

机械设备

2023年2月13日

产业化步伐加快，设备市场空间广阔

——钙钛矿电池设备行业深度报告



证券分析师

姓名：俞能飞

资格编号：S0120522120003

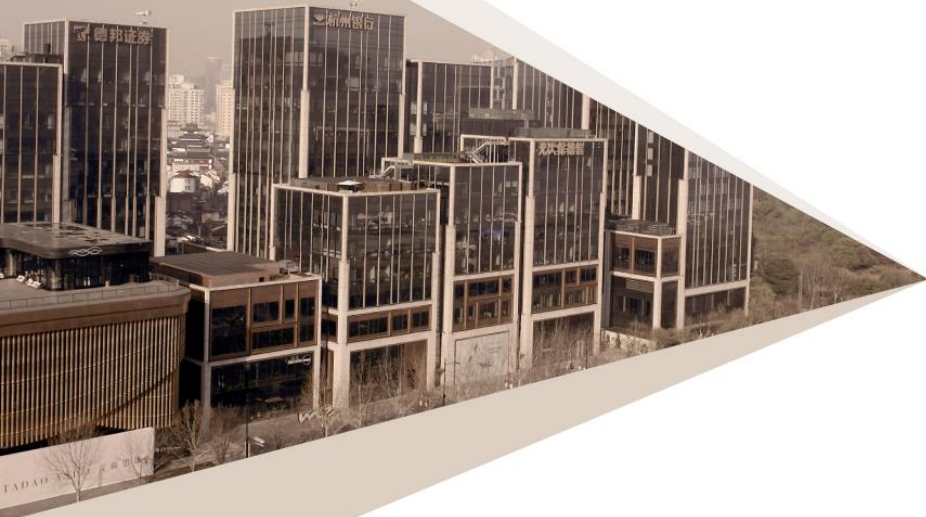
邮箱：yunf@tebon.com.cn

研究助理

姓名：卢大炜

邮箱：ludw@tebon.com.cn

目录 CONTENTS



- 01 钙钛矿：优势明显的第三代光伏技术
- 02 钙钛矿电池的商业化痛点与工艺路线
- 03 产业化探索步伐逐渐加快，设备先行市场空间广阔
- 04 上市公司梳理
- 05 风险提示

01

钙钛矿：优势明显的第三代光伏技术

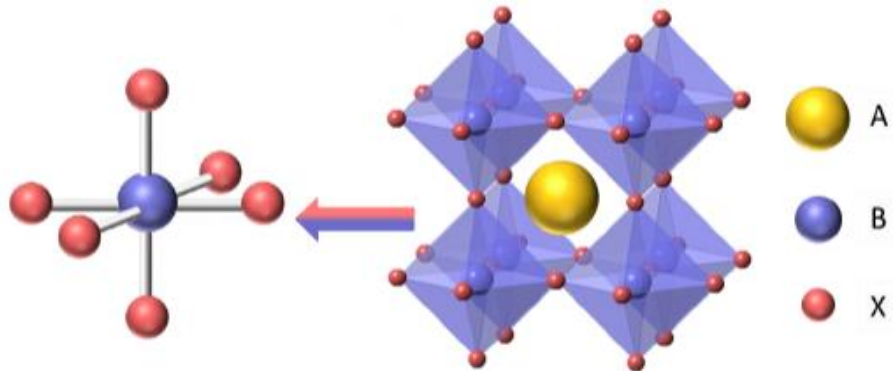
钙钛矿太阳能电池的结构和工作原理

钙钛矿： ABX_3 结构的化合物

钙钛矿最初是指钛酸钙（ $CaTiO_3$ ）这种矿物，后来将这种结构组成为 ABX_3 的化合物一律称为钙钛矿结构化合物

- A位离子通常是有机大分子或具有大离子半径的元素，如甲胺离子（ MA^+ ）、甲脒（ FA^+ ）或铯离子（ Cs^+ ）。
- B位离子主要为IVA族金属元素离子，通常为二价铅离子（ Pb^{2+} ）、锡离子（ Sn^{2+} ）。
- X位通离子常为卤素离子，主要为碘离子（ I^- ）、氯离子（ Cl^- ）、溴离子（ Br^- ）等。

钙钛矿的晶体结构



钙钛矿太阳能电池的结构和工作原理

工作原理

- 一般由透明导电基底、电子传输层 (ETL)、空穴传输层 (HTL)、钙钛矿层及金属电极组成。
- 钙钛矿层吸光产生电子-空穴对，分别被传输层材料传输出去再被电极收集，形成电流。

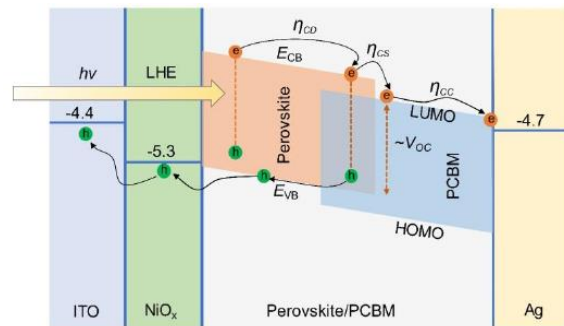
结构，介孔结构、平面结构，规则结构、倒置结构

- 介孔结构VS平面结构，平面结构更为简单灵活，可低温制备，有利于大面积生产。
- 规则平面VS倒置平面，规则结构具有较高的开路电压和短路电流，以及更高的光电转化效率，倒置结构制备工艺简单、可低温成膜、无明显迟滞效应、光稳定性良好、适合制备叠层器件。

钙钛矿太阳能电池的典型器件结构

介孔结构		平面结构	
正式结构 (n-i-p)	倒置结构 (p-i-n)	正式结构 (n-i-p)	倒置结构 (p-i-n)
电极	电极	电极	电极
空穴传输层	电子传输层	空穴传输层	电子传输层
钙钛矿层	钙钛矿层	钙钛矿层	钙钛矿层
电子传输层	空穴传输层	电子传输层	空穴传输层
致密层	致密层	致密层	致密层
背电极	背电极	背电极	背电极
基底	基底	基底	基底

钙钛矿太阳能电池的工作原理



资料来源：杨志春《大面积钙钛矿薄膜涂布技术与钙钛矿太阳能模组研究》，孔文池《高质量钙钛矿薄膜的合成、加工及应用研究》，德邦证券研究所

钙钛矿太阳能电池的优势

高效率

- 高光吸收系数
- 浅缺陷能级
- 载流子扩散长度长
- 带隙连续可调

低成本

- 材料成本低，来源丰富
- 可低温制备，低能耗
- 工艺简单

实际发电量高

- 弱光性能好，发电时间长

用途广泛

- 轻量化
- 可制备柔性组件

钙钛矿太阳能电池的优势

高效率：钙钛矿材料在光电性质上有很大优势

优势	原因
高吸收系数	在太阳能电池领域，单晶硅、单晶砷化镓作为光吸收层是非常厚的，即使砷化镓厚度较薄也大于十几个微米，后期发展诞生的碲化镉和铜铟镓硒薄膜太阳能电池等厚度也大于几个微米，这增加了制备太阳能电池的成本。光吸收系数与材料的厚度成反比，与吸光度成正比。材料的厚度在很大程度上影响着吸光度，在某种程度上，材料越厚吸光越多。然而对于 钙钛矿材料，其厚度仅为百纳米时，可见光范围内吸收系数就可达到10^5cm，具有较高的光捕获效率，可实现对光的全吸收 ，这是钙钛矿材料本征的优异光学特性。
长的载流子扩散长度	钙钛矿材料具有双极性载流子输运能力。载流子扩散长度由载流子迁移率和载流子寿命共同决定。 对于几乎没有晶界的钙钛矿单晶材料，载流子的扩散长度大于百微米，这表明载流子的扩散长度远远大于钙钛矿材料对光子的吸收深度，有利于自由载流子的输运，可被阴阳电极完全收集，进而实现高效的光电转化效率。 钙钛矿单晶的载流子寿命可高达几微秒甚至几十微秒，长寿命不仅有利于载流子的传输，也是钙钛矿材料质量高缺陷少的一个标志，更是制备高性能光电转化器件决定性的参数。
浅的缺陷能级	单晶硅太阳能电池对纯度要求大于99.9999%，而钙钛矿太阳能电池对碘化铅的纯度要求只需大于99%，就可以得到很高的效率，这也是由于 ABX₃结构类型的钙钛矿材料具有独特的缺陷性质。通常深能级的缺陷常常导致非辐射复合中心，降低载流子寿命，而钙钛矿材料中主导的缺陷为浅能级，对载流子寿命影响较低，进而使其具有较大的扩散长度。 由于钙钛矿材料对缺陷的独特容忍性，使得其成为光电器件良好的材料载体。

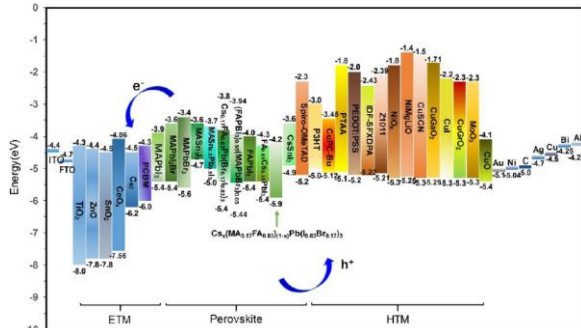
资料来源：孔文池《高质量钙钛矿薄膜的合成、加工及应用研究》，德邦证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。

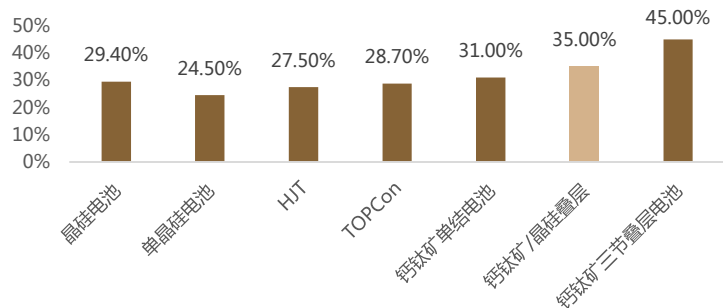
钙钛矿太阳能电池的优势

高效率：禁带宽度和吸光率可调节，突破效率瓶颈

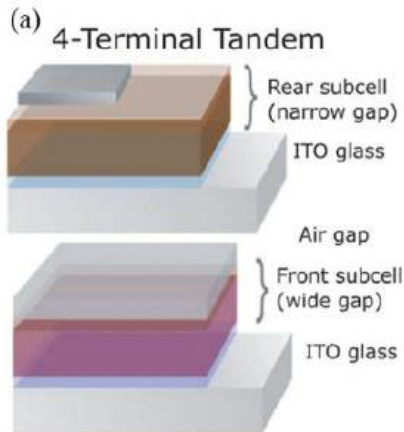
钙钛矿太阳能电池禁带宽度可调节



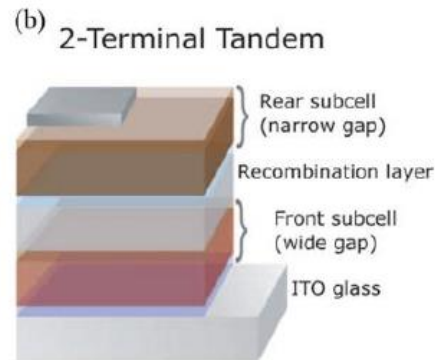
叠层电池突破效率瓶颈



4T叠层电池



2T叠层电池



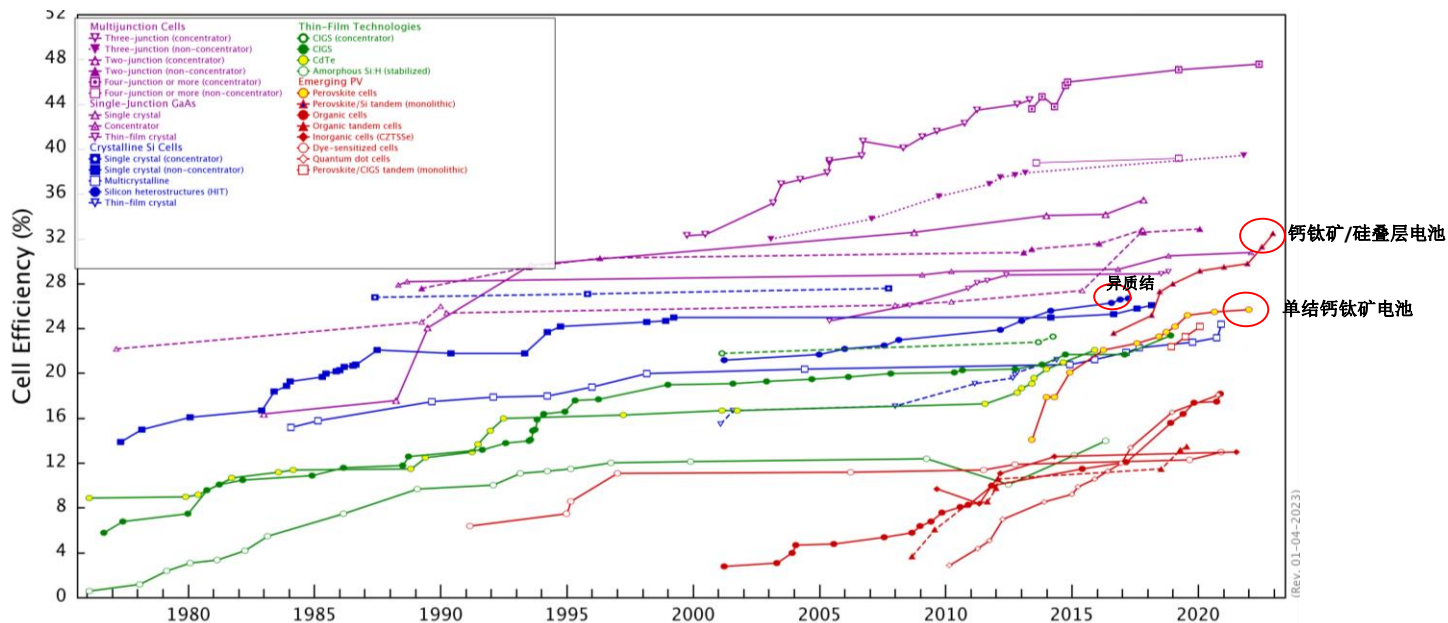
资料来源：观研天下，孔文池《高质量钙钛矿薄膜的合成、加工及应用研究》，杨志春《大面积钙钛矿薄膜涂布技术与钙钛矿太阳能模组研究》，德邦证券研究所

钙钛矿太阳能电池的优势

高效率：单结电池理论转换效率可达30%以上，叠层的理论转换效率可达40%以上

■ 效率快速提升：2009年仅为3.8%，目前经认证的单结电池最高效率25.7%，钙钛矿/硅叠层电池最高效率32.5%。

钙钛矿电池效率快速提升



资料来源：NREL，德邦证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。

钙钛矿太阳能电池的优势

低成本：材料、设备成本低廉

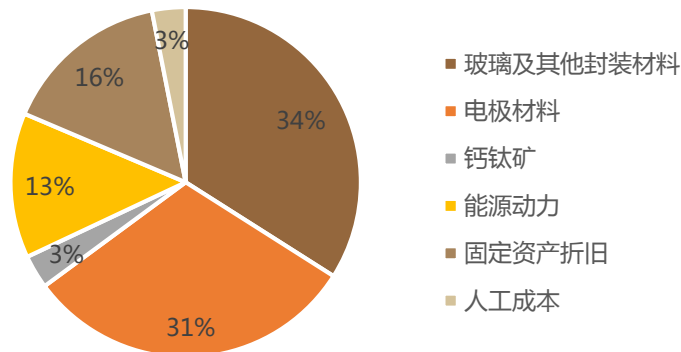
晶硅组件的制造成本在1元/W以上，钙钛矿组件（理论上）成本可降至0.5~0.6元/W。

- **材料用量少**：钙钛矿吸光能力高于晶硅材料。钙钛矿电池中钙钛矿层厚度约0.4um，而晶硅组件中的硅片厚度通常为180um。
- **材料要求低**：晶硅材料纯度必须达到6N以上才能用于制造太阳能电池，而钙钛矿只需1N就可以用于制造效率达20%以上的太阳能电池。

钙钛矿组件制备成本低于晶硅组件

晶硅	1GW产能投资额（亿元）
硅料	3.45
硅片	4
电池	1.5
组件	0.65
合计	9.6
钙钛矿	1GW产能投资额（亿元）
目前	约13
未来	约6-7

钙钛矿组件成本结构中电极材料占比最高

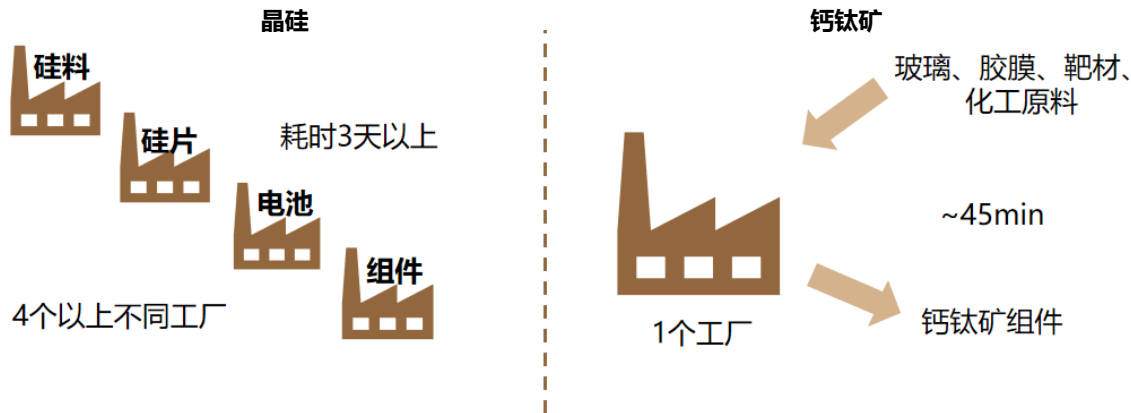


资料来源：OFweek太阳能光伏网，中商产业研究院，索比光伏网公众号，协鑫光电，德沪涂膜设备公众号，德邦证券研究所

钙钛矿太阳能电池的优势

低成本：工艺简单，能耗低

- **工艺简单，产业链缩短**：晶硅电池从硅料到组件需要4个以上不同工厂生产加工，从硅料到组件的制造时间需要3天以上；钙钛矿只需要1个工厂，从原料进入到组件成型，总共只需不到1小时的时间。
- **低温制备，能耗低**：晶硅在拉单晶的过程中需要900℃以上的高温工艺，而钙钛矿各功能层的加工温度不超过180℃。单晶组件单瓦制造能耗大约是1.52KWh，而钙钛矿组件为0.12KWh。

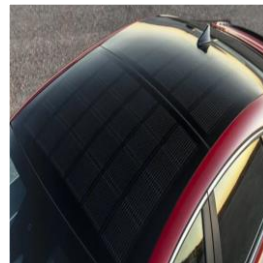


钙钛矿太阳能电池的应用

应用前景

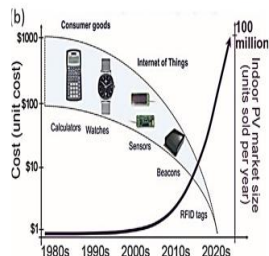


BIPV：钙钛矿电池具有轻薄、透光性强、颜色可调的特点，适用于BIPV；BIPV市场空间广阔，有望成为钙钛矿首选应用市场。



车载光伏：钙钛矿电池具有轻薄、透光性强、颜色可调、柔性化的特点，在车载光伏领域应用空间较大。目前已有部分车企进入钙钛矿领域。

室内光伏：理论预测表明，光学带隙 1.6eV 的PSCs在荧光灯或白光LED照明下可实现高达50%的光电转换效率。



地面电站：钙钛矿与晶硅叠层电池有望率先实现突破。



02

钙钛矿电池的商业化痛点与工艺路线

钙钛矿太阳能电池的挑战

提升转换效率

- 溶剂
- 添加剂
- 界面工程
- 叠层器件

提升稳定性

- 结晶工艺
- 配方
- 缺陷钝化
- 低维钙钛矿
- 封装工艺

降低毒性

- 无铅钙钛矿（锡、锗等）
- 锡-铅混合钙钛矿

大面积制备

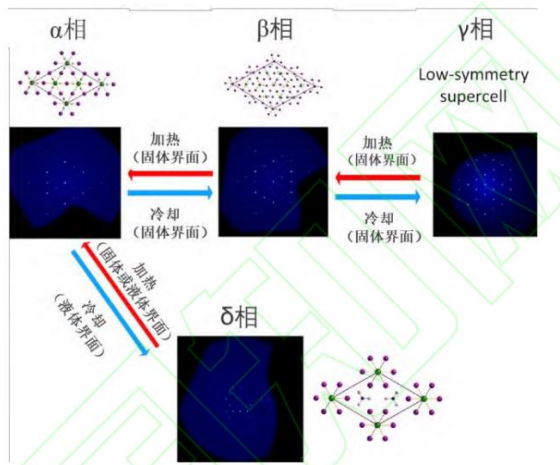
- 钙钛矿薄膜制备工艺（夹缝式涂布、喷涂、刮涂、旋涂、真空辅助溶液工艺、蒸镀、喷墨打印等）

钙钛矿太阳能电池的挑战

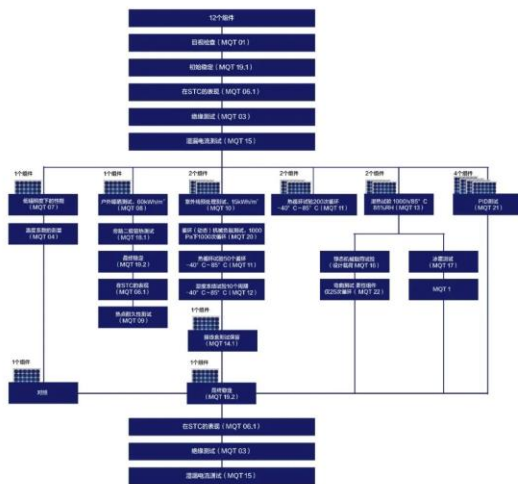
稳定性、器件面积是商业化的主要瓶颈

- **稳定性**：纤纳 α 组件已通过IEC61215测试，为钙钛矿大规模商业化应用铺平了道路。
- **大面积**：制备工艺不完善→薄膜均匀性差、缺陷增多、有效光照面积减小...

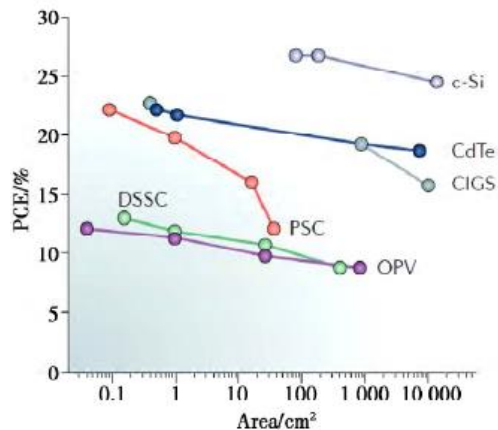
高温会引起钙钛矿材料相的转变



IEC61215标准测试流程图



不同类型太阳能电池的光电转换效率和器件面积的关系

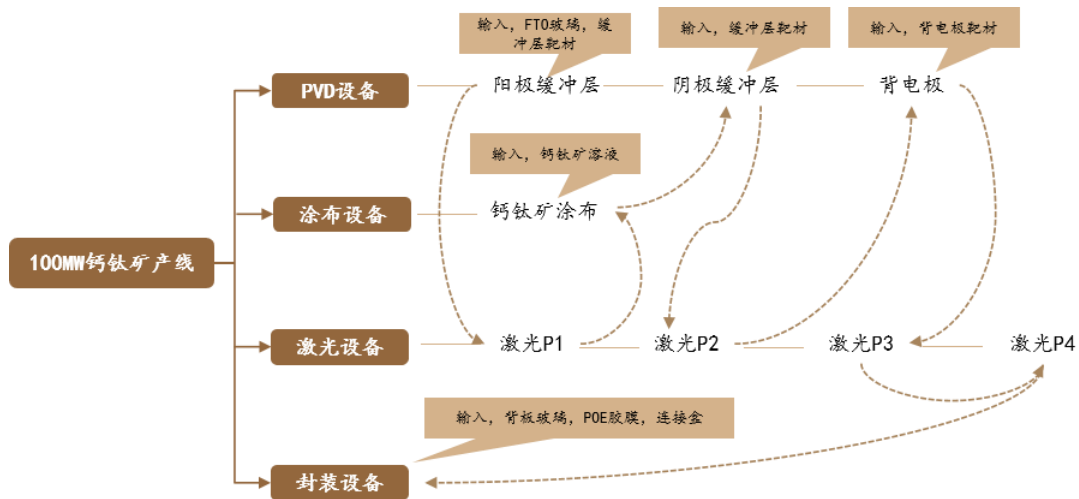
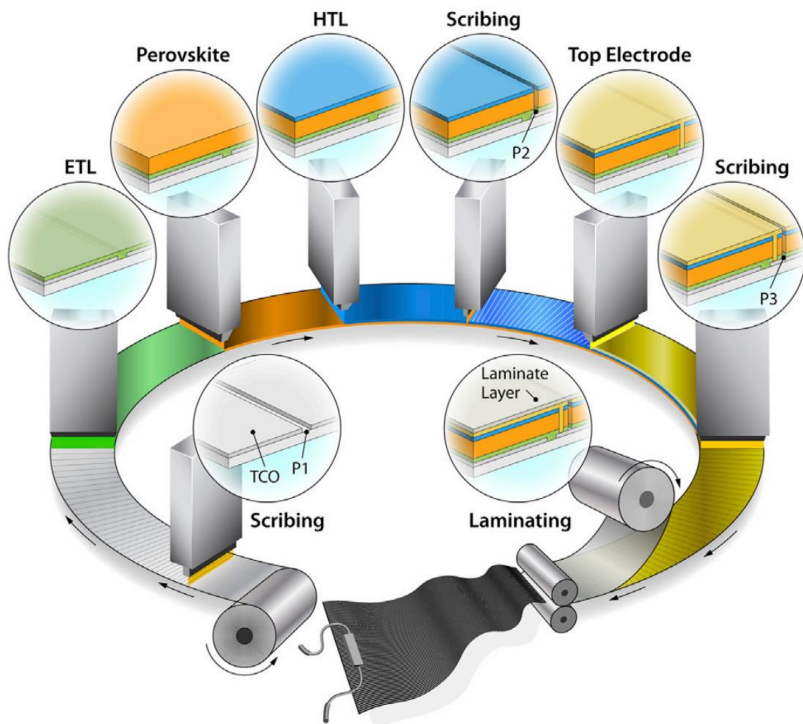


资料来源：纤纳光电官网，金胜利等《钙钛矿太阳能电池稳定性研究进展及模组产业化趋势》，美能光伏公众号，杨志春等《大面积钙钛矿薄膜制备技术的研究进展》，德邦证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。

钙钛矿太阳能电池的制造工艺与技术路线

制造工艺

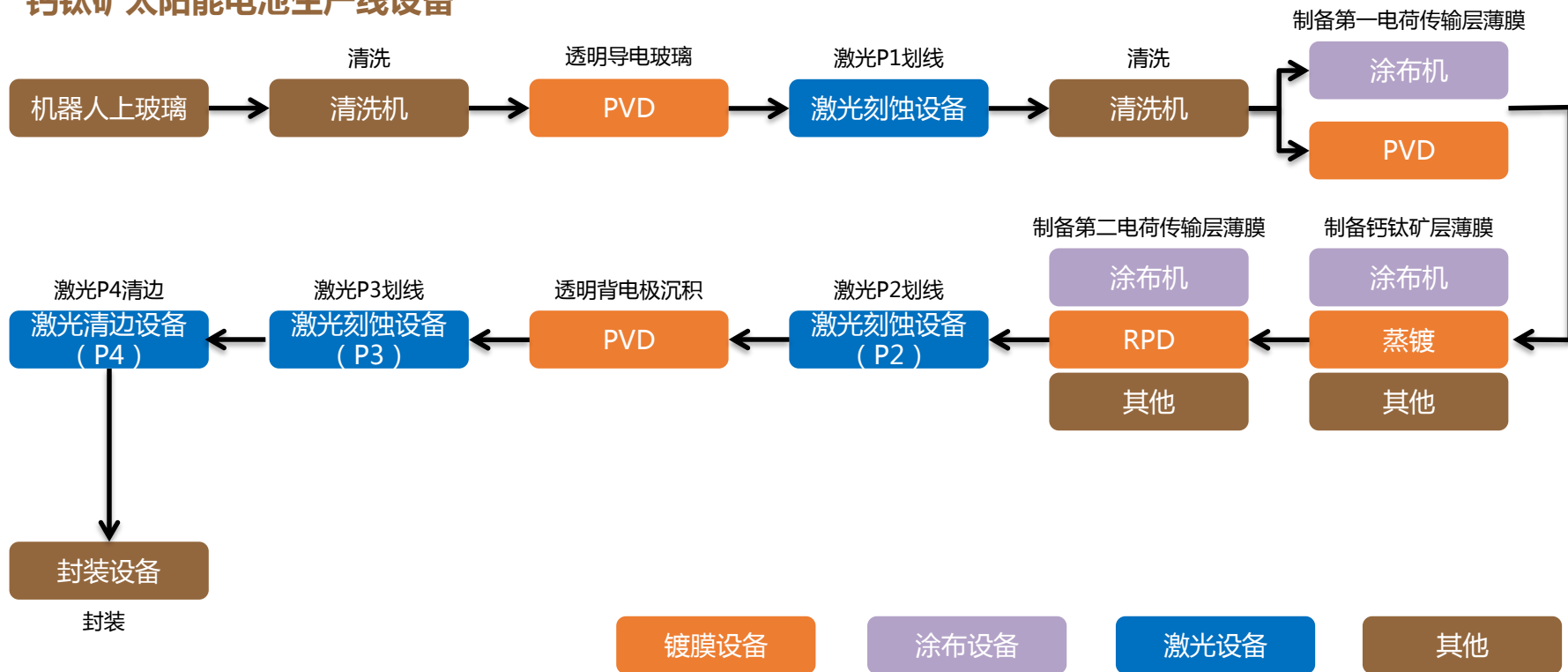


资料来源：Dong Hoe Kim等《钙钛矿太阳能电池面向兆瓦级光伏技术的展望和挑战》，协鑫光电，德沪涂膜设备公众号，德邦证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。

钙钛矿太阳能电池的制造工艺与技术路线

钙钛矿太阳能电池生产线设备



钙钛矿太阳能电池的制造工艺与技术路线

大面积、高稳定性的关键：钙钛矿薄膜制备工艺

方法	优点	缺点	示意
刮刀涂布法	可大面积制备，设备要求低，维护简单	材料利用率低	
狭缝涂布法	可大面积制备，可连续生产，材料利用率高	对设备精度要求高	
旋涂法	工艺重复性好，易控制膜厚及薄膜成分	难以满足大面积、大规模工业化生产要求	
喷涂法	可大面积制备，设备成本低	材料利用率低，易造成腔室污染	

方法	优点	缺点	示意
真空法	气相沉积法	可大面积制备，成膜质量好	材料利用率低，生产效率较低，成本高
其他	喷墨打印法	可大面积制备，原料利用率高	生产效率较低，喷墨头的维护与更换复杂
其他	软覆盖沉积法	可大面积制备	材料利用率低，生产效率较低
其他	气相辅助溶液法	比溶液法制备的更加均匀平整，也避免了真空下制备的条件限制	材料消耗较多，成膜质量受加热温度、蒸发速率等因素的影响

资料来源：杨志春等《大面积钙钛矿薄膜制备技术的研究进展》，降戎杰等《钙钛矿薄膜制备技术及其在大面积太阳能电池中的应用》，李今朝等《气相辅助刮刀涂布法制备钙钛矿薄膜》，

德邦证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。

03

产业化探索步伐逐渐加快，设备先行
市场空间广阔

钙钛矿电池厂商产业化进展

产业化探索步伐逐渐加快

企业	电池类型	规模 (MW)	产线类型	产品尺寸	转换效率	产线状态
协鑫纳米	单结钙钛矿	10	中试线	450mm*650mm	17%	2017年投产
协鑫光电	单结钙钛矿	100	量产线	1000mm*2000mm	≤16%	2021年投产
协鑫光电	单结钙钛矿	> 1000	量产线	≥1000mm*2000mm	>20%	预计2023-2024年投建
纤纳光电	单结钙钛矿	20	中试线	/	/	2018年投产
纤纳光电	单结钙钛矿	100	量产线	1245mm*635mm	/	2022年初建成
极电光能	单结钙钛矿	150	试制线	1200mm*600mm	≥18%	2022年12月8日正式投产
极电光能	单结钙钛矿	1000	量产线	/	/	6GW项目一期, 预计2024年投产
极电光能	单结钙钛矿	5000	量产线	/	/	6GW项目二期, 预计2025年投产
万度光能	单结碳基钙钛矿	200	大试线	3600cm ²	/	2021年投建
大正微纳	柔性钙钛矿	10	量产线	400mm*600mm	21%	2022年7月投产
大正微纳	柔性钙钛矿	100	量产线	/	/	预计2023年底建成
无限光能	大尺寸钙钛矿电池	<10	试验线	/	>20%	预计2022年Q3建成
无限光能	大尺寸钙钛矿电池	100	量产线	/	/	预计2024年建成
光晶能源	单结钙钛矿	100	中试线	300mm*300mm	20%	预计2023年投产
仁烁光能	全钙钛矿叠层	10	中试线	300mm*400mm	>22%	2021年投产
仁烁光能	全钙钛矿叠层	150	量产线	1200mm*600mm	>20%	2022年投建
杭萧钢构(合特光电)	异质结钙钛矿叠层	100	中试线	/	>28%	预计2023年5月前投产
东方日升	异质结钙钛矿叠层	/	试验线	/	/	2022年投建, 建设周期2年
华晟新能源	异质结钙钛矿叠层	/	/	M6大面积叠层	/	2025年目标实现G12异质结钙钛矿晶硅叠层电池效率30%。
牛津光伏	HJT-钙钛矿叠层电池	100MW	中试线	/	/	2020年12月创下29.52%的世界纪录, 未来希望将效率提高到30%以上。
宝馨科技	HJT-钙钛矿叠层	/	/	/	/	2023年年底效率突破30%; 2024年年底开始建设100MW级产线; 力争4年内实现GW级量产线建设。
奥联电子	刚性钙钛矿电池及柔性组件、叠层电池等	/	/	/	/	计划2023年50MW钙钛矿中试线投产, 2024年600MW钙钛矿装备和120MW钙钛矿电池组件生产线投产, 力争5年内形成8GW钙钛矿装备和2GW钙钛矿电池组件产能

资料来源：研观天下，各公司公告，华晟新能源公众号，全球光伏公众号，德邦证券研究所

钙钛矿电池厂商产业化进展



晶硅龙头/跨界玩家多通过叠层技术切入钙钛矿领域

■ 目前能布局钙钛矿的主流企业（上市和非上市）已超过20家，其中上市企业布局钙钛矿的在10家左右。其中老牌光伏企业通威、东方日升等均在钙钛矿技术方面已有布局，除光伏龙头外，宁德时代、杭萧钢构、宝馨科技等跨界玩家也涉足钙钛矿领域。

公司	钙钛矿的布局方向	产线/设备状态	具体内容
宝馨科技	钙钛矿异质结叠层电池	试验	公司与西安电子科技大学达成了钙钛矿异质结叠层的开发，计划2023年年底效率突破30%；2024年年底开始建设100MW级产线；力争4年内实现GW级量产线建设
宁德时代	钙钛矿电池	试验	2022年5月5日，公司表示钙钛矿光伏电池研发进展顺利，正在搭建中试线
奥联电子	刚性钙钛矿电池及柔性组件、叠层电池等	实验	与霄明军共同出资设立奥联光能，计划2023年50MW钙钛矿中试线投产，2024年600MW钙钛矿装备和120MW钙钛矿电池组件生产线投产，力争5年内形成8GW钙钛矿装备和2GW钙钛矿电池组件生产能力。
东方日升	异质结钙钛矿叠层	实验	公司有一支专门的钙钛矿相关技术研究团队，对于钙钛矿电池的研究主要是叠层电池方向，目前公司的钙钛矿电池相关技术尚处于实验室阶段
杭萧钢构	异质结钙钛矿叠层	试验	合特光电的高效异质结/钙钛矿叠层电池中试线，产业化的目标转化效率为28%以上。
隆基股份	电池	关注	对钙钛矿等新型电池技术保持密切的跟踪和关注
聆达股份	异质结钙钛矿叠层电池	研发	公司把异质结叠加钙钛矿技术列入三期规划
万润股份	电池	研发	拥有涉及钙钛矿太阳能电池材料的部分专利，目前公司在钙钛矿太阳能电池材料方面无量产

资料来源：德沪涂膜设备公众号，各公司公告，每日经济新闻，德邦证券研究所

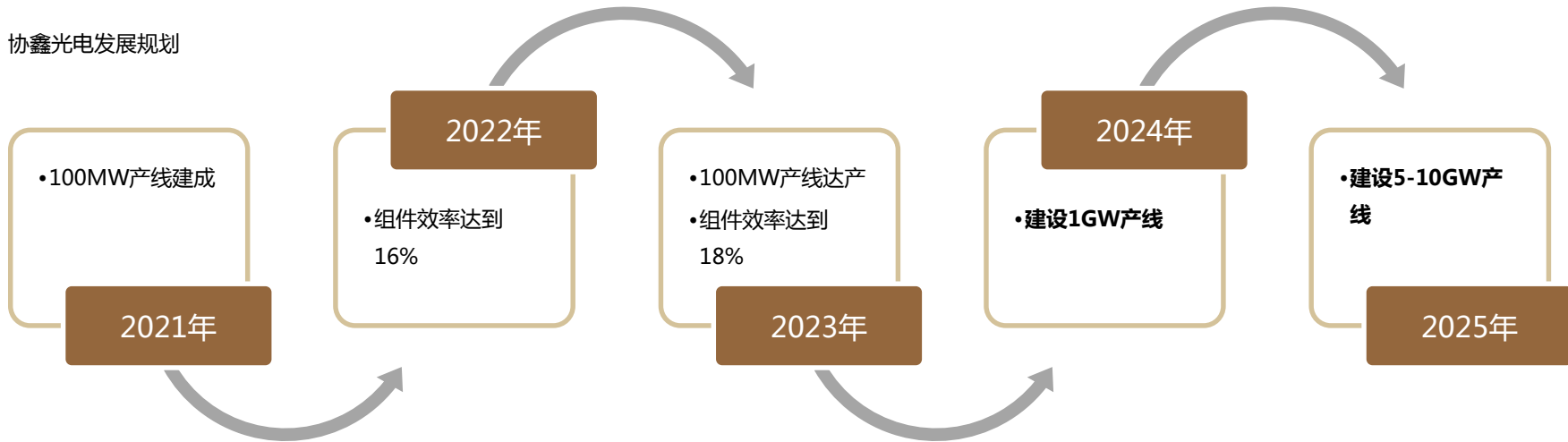
请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。

钙钛矿电池厂商产业化进展

已有GW级产线规划

- 预计头部企业在2024年有GW级产线落地。同时行业新入者通过融资等方式投建百兆瓦级产线，百兆瓦级产线建设需求增加。
- 设备先行，预计2023年可以看到GW级产线设备订单落地。

协鑫光电发展规划

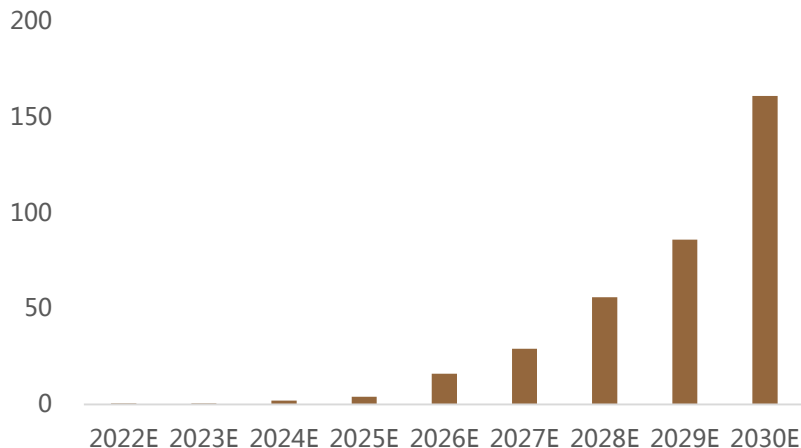


钙钛矿电池产能及设备市场空间测算

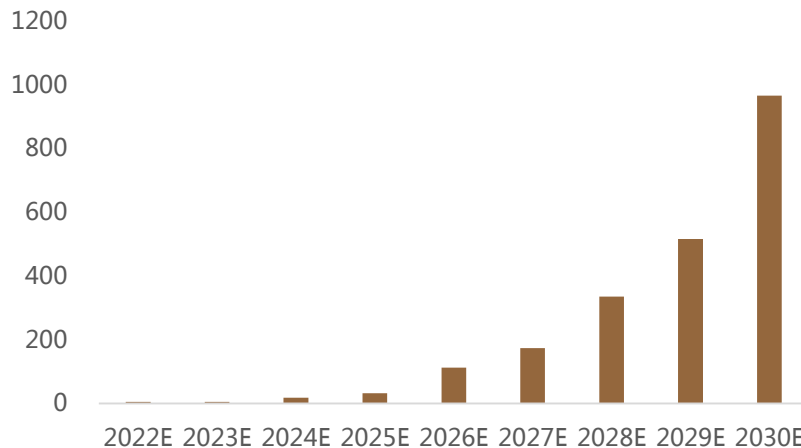
需求端：基于BIPV需求测算2026年钙钛矿设备市场空间为100亿左右

- 随着相关企业加大布局 and 开发力度，钙钛矿电池的产业化探索步伐逐渐加快，预计2026年钙钛矿电池新增产能达16GW，2030年将达161GW。
- 目前单GW投资约13亿元，预计2026年下降至7亿元。我们测算2026年钙钛矿设备市场空间超百亿，2030年有望达到966亿元。

中国钙钛矿电池新增产能预测（单位：GW）



钙钛矿电池设备市场空间测算（单位：亿元）



资料来源：CPIA，中商产业研究院，索比光伏网公众号，德邦证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。



04 上市公司梳理

- **公司是一家国内领先的从事晶体硅太阳能电池设备研发、生产和销售的国家高新技术企业。**主要产品包括PECVD及扩散炉等半导体掺杂沉积工艺光伏设备、清洗、刻蚀、制绒、全自动丝网印刷设备等。
- **公司2022年实现了PRD设备、蒸镀设备订单的落地。**公司持续深入开发并获得了狭缝涂布、PVD/RPD、蒸发镀膜等设备订单，RPD镀膜设备是捷佳伟创面向钙钛矿电池持续研发的系列核心装备之一，具有多项的自主知识产权和技术壁垒，为新时代的光伏技术提供了更可靠的装备保证；蒸镀设备核心蒸发源由捷佳伟创研发团队自主研发，并通过创新性结构设计实现优良的多元共蒸效果。

公司RPD设备性能优良

型号	PAR5500A
硅片尺寸 (mm)	156/166/18X/210/230可选
Uptime	≥90%
破片率	≤0.05%
外形尺寸 (mm)	38000(L)*8200(W)*2300(H)
产能	5500pcs/h
膜厚均匀度	≤5%
载子迁移率	≥80cm ² /V·s
功率消耗	464KW

- **公司的核心业务是光伏+传统瓦楞包装设备。**光伏占收入70%左右，光伏业务经营主体是晟成光伏，是全球的组件龙头。
- **钙钛矿PVD镀膜设备：**具备完全自主知识产权，公司是钙钛矿设备领域的先行者和领导者，率先具备PVD镀膜设备的研发经验和交付经验，并已具备成熟的供货能力。**钙钛矿团簇型多腔式蒸镀设备：**公司经过长时间研发及实验数据验证，突破技术难关。该设备现已量产，并成功应用于多个客户端。
- **公司与华中科技大学陈蓉教授团队合作研发ALD设备正在客户端验证。**该设备解决了传统ALD设备效率低的问题，有望在电子传输层中实现应用。

公司是钙钛矿布局较为全面的上市企业

钙钛矿设备	产品图片	功能
PVD镀膜设备		用于沉积电子传输层（ETL）或空穴传输层（HTL）
团簇型多腔蒸镀设备		用于钙钛矿材料及金属电极材料的蒸镀
ITO玻璃清洗机		用于TCO（盖板）镀膜/背板玻璃表面进行洁净化清洗

公司与陈蓉教授团队合作研发ALD设备，解决沉积效率低的问题

	ALD	PVD	CVD
沉积速率	较慢（纳米/分钟）	较快	一般（微米/分钟）
薄膜厚度	较薄（圆子层级）	较厚（纳米级膜厚精度控制差）	中等（依赖于反应循环次数）
厚度均匀性	较好	较差	一般
阶梯覆盖率	最高	较差	一般

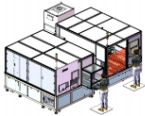
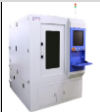
- **公司是国内OLED材料与应用部件细分领域的龙头企业。**主要从事OLED产业链上游环节中的有机发光材料的终端材料与蒸发源设备的研发、制造、销售及售后技术服务，其中有机发光材料为OLED面板制造的核心材料，蒸发源为OLED面板制造的关键设备蒸镀机的核心组件。
- **公司立足于现有OLED蒸镀设备及材料的技术积累，正式向钙钛矿光伏电池领域进军。**2022年11月公司公告建设钙钛矿蒸镀设备开发项目、有机钙钛矿载流子传输材料和长寿命器件开发项目，布局钙钛矿专用蒸镀设备以及空穴传输层材料。

公司使用超募资金4,900万元投资建设钙钛矿新项目

项目	投资总额（万元）	建设周期	必要性	可行性
钙钛矿结构型太阳能电池蒸镀设备开发项目	2900	20个月	目前钙钛矿光伏电池中的研发中多采用溶液旋涂法，该方法只适用于小面积电池片的制备，无法满足量产的需求。而采用线性蒸发源的蒸镀机能较好满足钙钛矿光伏电池的量产制备，可以提高钙钛矿光伏电池大面积制备的均匀性、批次稳定性、连续重复生产等能力。	子公司上海升翕一直专注于蒸发源及小型蒸镀机的技术研发，在相关领域积累了多项先进的核心技术。
低成本有机钙钛矿载流子传输材料和长寿命器件开发项目	2000	20个月	当前钙钛矿光伏电池所使用的空穴型载流子传输材料种类较少，成本较高，与钙钛矿相匹配的空穴型载流子传输材料的研究相对薄弱，性能要求及技术水平不能满足我国下游厂家应用需求	公司深耕OLED行业多年，具有丰富的空穴型载流子开发经验，公司在原有基础上，可通过进一步设计材料，提高有机空穴传输材料的迁移率和稳定性，获得满足钙钛矿光伏太阳能电池所需的空穴传输材料，提升材料稳定性，改善钙钛矿太阳能器件稳定性的技术难题。

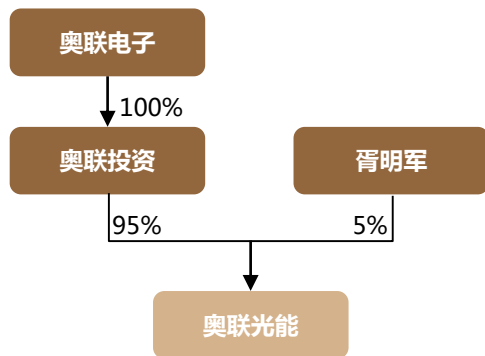
- **公司主要产品为精密激光加工设备和激光器，推出了针对钙钛矿薄膜太阳能电池生产整段设备。**包括P0层激光打标设备，P1、P2、P3激光划线设备，P4激光清边设备及其中一系列自动化设备，目前设备已投入客户量产线使用，率先实现百兆瓦级规模化量产
- **2022H1公司新布局的新能源业务实现了突破。**2022年上半年新能源业务实现收入2,369万元，主要产品为网版印刷激光制版设备及钙钛矿薄膜电池生产用激光加工及自动化整段设备。

公司新能源领域激光加工设备

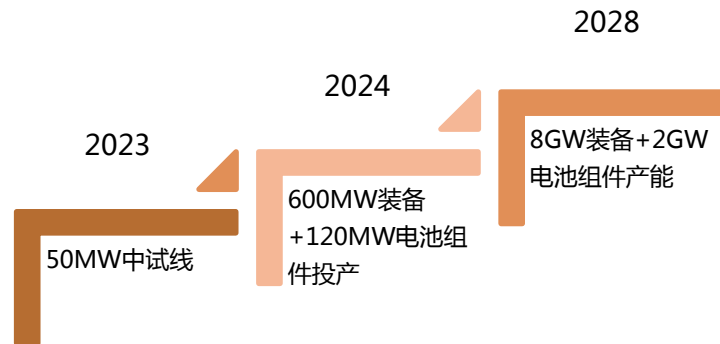
产品名称	图示	应用示例	应用领域
光纤脉冲激光除膜设备			主要应用于锂电池返工制程电芯表面绝缘膜、结构胶的激光改性清洗，解决自动化加工。
超快激光金属高品质打标设备			主要应用于锂电池电芯、模组、PACK件的外观标记，采用超快激光，可在各种金属、塑胶等材料表面标记高对比、高分辨率的一维条形码、二维码、数字码。
钙钛矿薄膜太阳能激光加工设备			应用于钙钛矿薄膜太阳能前段的激光划线和清边。
太阳能电池片印刷网版激光刻蚀设备			用于太阳能和非太阳能丝网板直写，PT值 < 10μm，线宽一致性小于1μm，锥度 < 6μm，同时该设备为抽丝蚀刻一体机。

- **公司从汽配跨向钙钛矿。**公司原以汽车动力电子控制零部件为主营方向，2022年12月9日公司发布公告，与胥明军共同出资设立奥联光能，计划2023年50MW钙钛矿中试线投产，2024年600MW钙钛矿装备和120MW钙钛矿电池组件生产线投产，力争5年内形成8GW钙钛矿装备和2GW钙钛矿电池组件生产能力。
- **胥明军团队在钙钛矿领域经验丰富。**胥明军团队曾负责完成100×100mm钙钛矿电池组件实验线全部工艺设备国产化研制、指导完成华能清能院550×650mm钙钛矿电池组件中试线工艺设备设计且最高认证效率达到16.8%、完成1100×1300mm钙钛矿电池100MW试产线从总体设计、实验室建设、装备设计、洁净工厂设计与施工到首套设备入厂的一体化规划与实施。

子公司与胥明君共同投资奥联光能



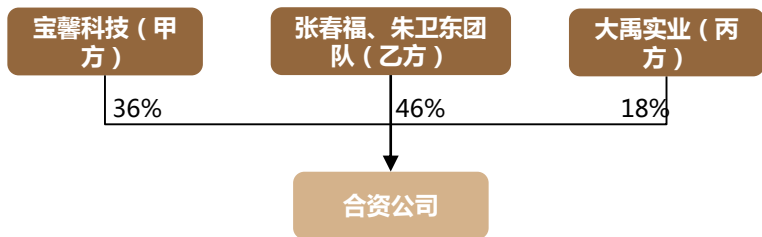
公司计划在2023年实现50MW中试线投产



- **公司主营业务按行业分类：智能制造业务、新能源业务和节能环保业务。智能制造业务包括：**光伏制程设备、重卡换电（车载/站端）设备、精密数控钣金产品、轨道交通设备、精密自动化设备、锅炉配套设备、电气设备、智能作业机器人等设备的设计研发、生产制造及销售。**新能源业务包括：**光伏电池及组件、光伏电站EPC、新能源汽车充/换电等业务。**节能环保业务包括：**综合能源调峰、环保设备等产品 and 项目运营。
- **公司与西电张春福教授团队合作设立合资公司，开发钙钛矿异质结叠层电池。**新实验室正在筹划中，预计将于2023年的上半年完成。根据发展规划，2023年年底将完成电池效率突破30%任务；2024年年底开始建设100MW级产线，效率突破32%；力争4年内实现GW级量产线建设，效率提升率大于15%。

在满足条件后，甲方和丙方承诺将分两期对合资公司进行增资

宝馨科技与张春福团队设立合资公司开发钙钛矿/异质结叠层电池



增资金额		增资前提条件	增资完成后各方持股比例
第一期	甲方3333.33万元 丙方1666.67万元	目标公司完成“HJT-钙钛矿叠层电池”实验验证平台的建设与研发团队建设。实现： （1）实验室叠层电池转换效率突破30%； （2）实验室叠层电池加速实验寿命突破20000h。	甲方持股38.18%； 乙方设立的合伙企业持股42.73%； 丙方持股19.09%
第二期	甲方13,333.33万元 丙方6,666.67万元	1. 实验室取得技术突破： （1）实验室叠层电池转换效率突破32%； （2）实验室叠层电池加速实验寿命突破25年； （3）实验室叠层电池尺寸突破210半片； 2.目标公司完成“100MW级HJT-钙钛矿叠层电池产线”的工艺规划、技术路径设计并取得各股东方认可。	甲方持股40.00%； 乙方设立的合伙企业持股40.00%； 丙方持股20.00%

资料来源：公司公告，德邦证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露及法律声明。

05 风险提示

量产进度不急预期：钙钛矿电池存在稳定性问题，受设备、技术水平影响等，量产进度不及预期。

技术路径不确定性：光伏电池技术路线多样，钙钛矿发展时间较短，量产效率及稳定性仍待市场检验。

行业竞争风险：技术扩散导致竞争加剧。

分析师与研究助理简介

俞能飞：德邦证券研究所智能制造组组长，机械设备首席分析师。厦门大学经济学硕士，曾于西部证券、华西证券、国泰君安等从事机械、中小盘研究，擅长挖掘底部、强预期差、高弹性标的研究。作为团队核心成员获得2016年水晶球机械行业第一名；2017年新财富、水晶球等中小市值第一名；2018年新财富中小市值第三名；2020年金牛奖机械行业最佳行业分析团队。

投资评级说明

类 别	评 级	说 明
1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准， 报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数） 的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅；	买入	相对强于市场表现20%以上；
	增持	相对强于市场表现5%~20%；
	中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持	相对弱于市场表现5%以下。
2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市 场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳 斯达克综合指数为基准。	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上；
	中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与10%之间；
	弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平10%以下。

免责声明

分析师声明：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

法律声明：

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。



德邦证券
Topsperry Securities

德邦证券股份有限公司

地址，上海市中山东二路600号外滩金融中心N1幢9层

电话，+862168761616传真，+862168767880

400-8888-128